科学研究費助成事業

研究成果報告書



1版

今和 6 年 5 月 2 日現在 機関番号: 12601 研究種目: 基盤研究(S) 研究期間: 2019~2023 課題番号: 19H05601 研究課題名(和文)光格子重元素干渉計による基本対称性破れの発現機構の解明 研究課題名(英文)Study for the violation mechanism of fundamental symmetry using the cold atom/molecular interferometer with optical lattice 研究代表者 酒見 泰寬 (Sakemi, Yasuhiro) 東京大学・大学院理学系研究科(理学部)・教授 研究者番号:90251602

交付決定額(研究期間全体):(直接経費) 154.200.000円

研究成果の概要(和文):物質・反物質対称性(CP対称性)の破れの起源を探るため、未知素粒子の伝搬により発現するCP対称性を破る観測量・電気双極子能率(EDM)の新しい量子計測手法を開発した。電子EDM増幅度が原子系で最大となる放射性同位元素(RI)・フランシウム(Fr)を対象に、核反応とレーザー冷却技術を駆使した光格子原子干渉計を開発し、電子EDM測定感度10の-29ecmを実現する技術に見通しをつけた。さらに量子もつれの状態を用いたEDM量子計測技術により、10の-31cmの精度を得ることを示し、超対称性粒子をはじめとする10TeVを超える重い未知素粒子の質量階層構造を調べる次世代精密基礎物理の方法を開拓した。

研究成果の学術的意義や社会的意義 宇宙太古の歴史の中で、どのように反物質が消失していったか、その起源を探るために、量子補正効果として発 現する極めて微小な物質・反物質対称性の破れのシグナル(EDM)を増幅して超精密測定する新しい量子計測手 法を編み出した。この光格子原子干渉計と呼ばれる量子センサーは、EDMを高精度で測定するのと同時に、偽EDM 信号の要因となる環境磁場変動を超高精度で測定できるため、脳の磁気センサー(脳磁計)として、脳神経医学 への応用展開も可能である。

研究成果の概要(英文): To explore the origin of the violation of the matter-antimatter symmetry (CP symmetry), a new quantum measurement method was developed to measure the permanent electric dipole moment (EDM). An optical lattice atomic interferometer was developed to measure the permanent electric dipole isotope heavy element francium (Fr), which has the maximum electron EDM enhancement factor in atomic systems, using nuclear reactions and laser cooling techniques, with the EDM measurement sensitivity of 10^-29 ecm. Furthermore, by using the state of quantum entanglement, a method for EDM quantum sensing was demonstrated to achieve an accuracy of 10^-31 cm, paving the way for investigating the mass hierarchy structure of heavy unknown particles exceeding 10 TeV, including supersymmetric particles, in the next-generation precision fundamental physics.

研究分野: 実験核物理

キーワード: 基本対称性 電気双極子能率 バリオン生成 光格子重元素干渉計 レーザー冷却分子

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等に ついては、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属します。

様 式 C-19、F-19-1 (共通)

1. 研究開始当初の背景

原子が空間に孤立しておかれた状態は、量子力学の草創期以来、物理学の基本法則を試す理想的 な実験場の一つであり続けている。また、レーザーが出現して以来、様々な冷却・トラップ技術 と組み合わせて、超高精度の量子計測が可能になってきた。その背景をふまえ、原子系における 永久電気双極子能率(EDM)は、CP対称性を破る重要な観測量であり、重元素では相対論効果 や原子核の変形効果により、電子や核子の EDM が格段に増幅されることに着目し、これらを観 測する手法の一つとして、レーザー冷却原子を用いた超精密量子計測を検討し、光格子に、EDM が格段に増幅される第7周期の重元素・放射性同位元素をトラップし、素粒子標準理論を超える 新物理探索を目指した超高感度量子センサーを実現するこ<u>とを着想した</u>(図1参照)。さらに、 重い質量領域に存在する暗黒物質に対して、標準理論を超える考え方の一つである超対称性模 型(Split SUSY 等)では、未知素粒子の質量は TeV スケールと示唆されており、電弱相互作用 をする暗黒物質が導く EDM の精密探査が注視されている (arXiv:2203.08103[hep-ph])。電弱 バリオン数生成のシナリオでは、電弱対称性の破れが一次相転移で、かつ、CP 対称性の破れが +分大きければバリオン数が生成されるが、EDM はこの CP 対称性の破れの大きさに制限を与 える。現在、EDM 上限値~10⁻²⁹ecm を考慮すると、摂動論的に定義されている電弱バリオン数 生成の考え方は厳しくなっており、電子 EDM を一桁向上させることで、バリオン数生成の起源 <u>に関する知見を得る事が注視されている</u>(Phys.Lett.B755(2016)491-497)。



図1: 標準理論と超対称性理論による EDM の寄与を示す。標準理論では、EDM は高次効果 で発現するため、その値は極めて小さく、EDM は新物理探索の魅力的なプローブとなっている。

2. 研究の目的

宇宙進化の過程で破れてきた CP 対称性は、K・B 中間子の崩壊により観測され、その現象は小 林・益川理論で理解され、素粒子標準理論(SM)として発展した。しかし反物質消失機構は十 分には説明できず、ゲージ結合定数の統一や暗黒物質の素粒子的実体を解決する根源的な枠組 みが必要となっている。その候補の一つである超対称性理論では、各素粒子と統計性が異なる相 棒粒子(SUSY 粒子)の存在が示唆される。素粒子の周りに SUSY 粒子が伝搬すると、そのス ピン軸方向に正負の電荷分布の偏りが生じ、量子補正効果として電気双極子能率(EDM)が発 レーザー冷 現する。本研究では、量子情報・周波数標準等でも研究が進む「光格子」を駆使し、 却した Fr を一原子ずつ、格子状のポテンシャルセルに閉じ込め、原子間の衝突を抑制し、 スピ ン減偏極を抑え、測定精度向上の鍵となる外場との相互作用時間を長くする工夫を施し、 10^{-29} <u>30ecmの測定精度を実現する技術を確立する。</u>特に重い原子系においては、相対論効果により電 子 EDM が大きく増幅され、相対論的結合クラスター理論による計算では、原子量最大のアルカ リ原子・放射性同位元素・フランシウム(210Fr)では、800倍近く電子 EDM が増幅されること を見出した。また Fr の同位体である 221Fr のような8重極変形が著しい極端な構造をもつ原子 核では、核力の CP 非保存成分から生じる原子核 EDM(シッフモーメント)が増幅され、クォ ークの色電荷 EDM の抽出が可能である。この2種類の同位体 (210Fr/221Fr) を対象に、加速器・ 放射化学・量子エレクトロニクス技術を連携し CP の破れの起源を高感度で探る(図2参照)。

3. 研究の方法

本研究では、重元素 Fr の 2 つの同位体:²¹⁰Fr と²²¹Fr を対象に、光格子干渉計による EDM 精密 量子計測技術(EDM 測定精度~10⁻²⁹ecm 以下)を確立する。²¹⁰Fr は、電子 EDM に感度が高い原子 であり、²²¹Fr は中性子数の増加に伴い原子核の8 重極変形効果が大きくなり、原子核 EDM (クォ ーク色電荷 EDM)の感度が高くなる。²¹⁰Fr は 3 分程度の寿命により、加速器を用いた融合反応に よるオンライン Fr 生成・レーザー冷却技術の確立が必須となり、²²¹Fr は、その generator とな る²²⁵Ac が 10 日ほどの寿命をもつため、オフラインでのテーブルトップ実験が可能となる。ま た、²²¹Fr を用いて卓上での Fr-Sr 分子生成を実現できる。そこで、これらの中核となる以下の 装置((1)大強度 Fr ビームライン、(2) レーザー冷却 Fr 源、(3) 光格子干渉計)を開発し(図 2 に装置構造を示す)、冷却重元素を用いた新しい EDM 測定技術を実証する。 (1) 大強度 Fr ビームラインの開発: ²¹⁰Fr は、¹⁸0 ビームと¹⁹⁷Au ターゲットによる核融合反応を用いて生成する。理研では、大強度一次ビーム(¹⁸0:100MeV:2puA 以上)の供給が可能であり、国内最高強度を達成できる。標的との電気的接触がない加熱方法として、赤外線ヒーターを用いた表面電離イオン源を開発し、長期的に大強度 Fr イオンを供給できるビームラインを構築する。また²²¹Fr の製造には、²²⁶Ra (p, 2n)反応後の²²⁶Ra 標的を酸で溶解し,液体クロマトグラフィー法によって,標的や副反応生成物,不純物元素から²²¹Fr の generator である²²⁵Ac を化学精製する。

(2) レーザー冷却 Fr 源の開発:

Fr 光格子実現には、Fr イオンの電子再結合による原子生成効率(現在、1%程度)と、レーザー 冷却・トラップする磁気光学トラップ(MOT)効率(現在、0.1%程度)の増強が鍵である。中性 Fr 原子の引き出し効率を向上させるために、高周波質量分析装置を開発・導入し、高純度 Fr ビ ームを電子再結合標的(イットリウム・Y)表面に局所的に集積させ、効率よく Fr 原子を引き出 す方法を開発する。磁気光学トラップ装置(MOT)の内壁、そして Y 標的から MOT までの輸送経 路内壁に、Fr が吸着しないようなコーティングを開発し、トラップ効率を向上させる。 (3)光格子干渉計の開発:

光格子では、原子同士はレーザー光の波長程度離れて存在するため、原子衝突によるスピン減偏 極は抑制され、測定精度を支配するスピン偏極保持時間を伸ばし、EDM 測定感度 10⁻²⁹⁻³⁰ ecm を実 現する。しかし、原子には EDM によるエネルギーシフトの他に、環境磁場変動や光格子の高強度 電磁場によるゼーマンシフトとベクトル光シフトの2つの寄与が生じる。本研究では、⁸⁵Rb と ⁸⁷Rb を Fr とともに光格子中に共存トラップし、この2種 Rb のスピン歳差周期を同時に測定し て、3種のエネルギーシフトを高精度に抽出する高感度共存磁力計を開発する。この技術を展開 しフェッシュバッハ共鳴による光会合技術を用いて、Fr-Sr 分子 EDM 測定技術を確立する。

以上の3つの装置開発を行い、光格子磁力計の実装と総合運転を行い、相対論的結合クラスター 理論による電子 EDM 増幅度と密度汎関数理論による極性分子有効電場の高精度計算を行う。実 験データの解析を進め、超対称性粒子の質量階層構造等の議論を深める。



図2: 左はレーザー冷却 Fr ビームライン。右は、相対論的結合クラスター理論による、Fr を 含む様々な EDM 感度を示す。EDM 増幅度の効果により Fr の精度が高く、EDM と CP を破る 相互作用に関して、他粒子系とは異なる相関を示す。

4. 研究成果

(1) 本研究課題による研究成果

本研究により、レーザー冷却 RI を用いた次世代 EDM 探索技術を開発し、目標である電子 EDM 測 定感度~10⁻²⁹ecm を実現する技術を確立した。さらに、量子もつれの状態を用いた EDM 量子計測 技術により、10⁻³¹cm の精度を得ることを示し、本計画の目標を超えることを示した。

中間評価では、磁気光学トラップから開放された冷却原子集団のラムゼー共鳴による EDM 測定 手法により、相互作用時間が短く(~10 ミリ秒程度)、測定精度は~10⁻²⁷ecm と評価された。そ の後、下記に示すように、長時間の相互作用時間(~1秒程度)を実現する光格子形成のための 高強度レーザー光源の開発に成功した。この実現により EDM 測定精度を一桁向上させ、10⁻²⁸ecm の探索技術を確立した。今後、放射線管理によるビーム強度やAc線量の取り扱い数量の制限を 増強することで、当初目標の10⁻²⁹ecm 達成が確実となる。さらに、偽 EDM 信号となる系統誤差の 支配的な要因であるゼーマンシフトと光ベクトルシフトに関して、Fr とともに、電子 EDM の寄 与がゼロとみなせる軽いアルカリ原子: Rb/Cs を光格子中に同時にトラップし、それらのスピン 歳差周期を同時に測定する共存磁力計の開発を行った。

以下に各研究開発項目の達成状況を報告する。

大強度 Fr ビームラインの建設:

理研・仁科加速器科学研究センターにおいて、FR 生成用表面電離イオン源の開発を進め、<u>国内 最大収量の Fr 生成(~10⁷Fr⁺/s)に成功し、世界最高水準の Fr 引出し効率(~20%)を実現し た。特に、表面電離による Fr 引き出し効率を向上させるための標的加熱方法として、標的と電 気的・熱的接触を行わずに、赤外線ヒーターと一次ビームによる非接触加熱による温度制御を実 現し、放電やリーク電流増加による引出し効率悪化が全くない²¹⁰Fr ビーム(~10⁷ 個/s)の長期 安定供給に成功した。さらに、高温金標的表面から放出される K, Ca 等の不純物を除去し、高純 度の Fr ビームを実現するため、高周波質量分析装置の開発を行なった。また、Fr 収量のさらな る増強を目指し、一次ビーム¹⁸0の強度を増強するため、ECR イオン源の高度化を進め、プラズ マチェンバー内に導入するサポートガスの流量最適化によりイオン源出口で 3000euA を達成し、 5puA の一次ビーム強度と Fr 収量~10⁸Fr⁺/s に見通しをたてた。</u>



図3: 左図は、新規開発した表面電離イオン源による高強度 Fr 生成を示す。高温にターゲットを加熱することで、Fr 引き出し効率(下グラフ)を向上させている。この Fr を右図の磁気光 学トラップ(MOT)で捕獲・Fr からの蛍光を確認しており、冷却 Fr 源の技術は確立した。

冷却 Fr 源と共存磁力計の開発:

Fr 冷却と共存磁力計に必要なレーザー光源、周波数安定化等の精密光学系を開発した。光源と して、²¹⁰Fr の D2 トラップ光(波長 718.216 nm、チタンサファイアレーザー: TiS-1)、D2 リポ ンプ光 (718.137 nm、ECDL:外部共振器レーザー)、D1 リポンプ光 (817.099 nm、TiS-2)、⁸⁷Rb 原子の D2 トラップ光 (780.246 nm、ECDL)、D2 リポンプ光 (780.234 nm、ECDL)、D1 リポンプ光 (794.969 nm、DFBL)を開発した。さらにこの6つの光源を1台の高精度波長計を用いて同時に 周波数安定化するフィードバック制御機構を開発した。同位体(²¹⁰Fr・²²¹Fr)共存トラップを実 現する上で、Frの広範囲にまたがる D2線の同位体シフト周波数の高精度測定が重要である。本 開発により、トラップ光源の制御に任意の波長でロック可能な波長計を用い、本研究グループで 技術確立したヨウ素分子の吸収線にロックしたレーザーを用意し、両者間のビートを取るこ F で同位体シフトを高精度に測定し、共存トラップを可能<u>にした。</u>また、フレキシブルなステンレ ス管に 7 本の偏波保持ファイバーを収めた多芯構造をもつ光ファイバーを製作し、レーザー分 光室から Fr ビームラインまで、400mの長距離伝送を実現した。さらに、EDM系統誤差の主要な 要因となる、磁場変動によるゼーマンシフト、光格子中におけるベクトル光シフトを直接測定す るため、Fr と共に二種類の原子を光格子中に捕獲し、同時にスピン歳差周期の測定からエネル ギーシフトを高精度モニターする共存磁力計を開発した。その結果、磁場測定精度は100 nT以 下を実現した。さらに、Cs 原子のトラップも実現し、Rb/Cs の異種原子共存磁力計により、さら なる精度向上を実現している。また、光格子中に Fr 原子を数秒間にわたって保持するために、 1064 nm の CW レーザー光を 10 W 以上まで増幅する Yb 添加ファイバー増幅器 (YDFA) を開発 した。放射線環境下においては YDFA を構成する半導体レーザー光源や光ファイバーが損傷を受 けるリスクがあるため、容易に入手可能な部品を組み合わせ、ファイバー融着技術を駆使して自 作し、放射線損傷による破損の際にも自前で普及できる構造とした。また、ラムゼー共鳴による EDM 測定原理実証を行い、相互作用時間に依存して、測定感度が向上することを確認するととも に、本計画での装置構成では、10⁻²⁸ecmの測定精度と評価した。



図4: 左は、Rb 同位体での磁力計による磁場測定原理実証の結果。右は、本計画で開発した 共存磁力計の原理と、下図はラムゼー共鳴による EDM 量子計測の原理実証を示す。

③ 冷却 Fr-Sr 分子生成の技術開発:

<u>これまで、Fr に化学的性質が類似する Rb を用いて、Rb と Sr を MOT 中で共存トラップを実現した。さらに冷却分子分光のための光源開発を行い、共振器に安定化したレーザー光との差周波数をオフセットロックすることに成功した。</u>また、量子化学計算により、LiSr 分子の EDM 測定の有効電場を求め論文にまとめた。EDM 実験で重要な電場を精密に評価するために、リドベルグ原子を用いた電場の量子センシングに成功した。EDM 測定の系統誤差評価で重要となる Mx 磁力計を開発し、1 nT レベルでの磁場測定に成功した。

④ ²²¹Fr の generator 線源開発:

クォーク色電荷 EDM に感度が高い²²¹Fr の generator となるアクチニウム:²²⁵Ac(半減期~10 日) の高純度高強度線源の開発を進めた。²²⁵Ac は、理研の AVF サイクロトロンを用いて陽子(19 MeV) を放射性²²⁶Ra 標的に照射し、²²⁶Ra (p, 2n)²²⁵Ac 反応によって製造する。これまで、AVF サイクロ トロンの垂直照射ビームラインを整備し、²²⁶Ra 標的照射装置を開発した。本装置では、高放射性 の²²⁶Ra 標的はタンタル製の密閉容器に格納され、ビーム照射中、循環水と循環へリウムによっ て冷却される。さらに²²⁶Ra (p, xn)反応で Ac 同位体を生成し、Ac の高強度製造を実証した。さら に、<u>東北大学・金属材料研究所・アルファ放射体実験室において、Th からの Ac 精製分離技術を</u> 確立し、生成した硝酸²²⁵Ac 溶液の分子電着法により、最大 5 MBq の高強度・高純度 Ac/Fr 線源 の制作技術を確立した。この線源を用いて、低速中性 Fr 原子ビーム生成に成功し、グローブボ ックス内に配置できるコンパクトなレーザー冷却・トラップ装置を開発し、オフラインでの ²²¹Fr-EDM 実験を実現した。この装置による EDM 測定精度は、グルーブボックスが設置されてい るホットラボでの Ac 使用数量~5MBq で制限されているが、今後、200MBq 程度の取り扱い数量の 変更申請が認められることで、²²¹Fr に関しても~10⁻²⁹ecm の精度を達成することができる。

⑤ 電子 EDM と CP を破る相互作用の抽出に関する理論解析:

実験で観測される Fr 原子の EDM は、電子 EDM: d。と CP を破る電子・核子(クォーク)間の相互 作用: C_A^{S+PS} が主要な寄与となる。これまで相対論効果による電子 EDM の原子系での増幅に関し て、相対論的結合クラスター理論による精密波動関数計算の研究を進めてきた。本研究では、こ の考察をさらに深めて、協力研究者・東工大・B.P. Das 教授とともに、CP を破る相互作用を含め るよう拡張し、また標準理論を超えるモデルとして、two-Higgs doublet model をとりいれ、CP を破る相互作用と電子 EDM の各寄与の相関を評価した。その結果、²¹⁰Fr 原子 EDM は、D_a=799 d。 + 10.5×10⁻¹⁸ C_A^{S+PS} ecm と示すことができ、電子 EDM と相互作用の寄与を精度よく抽出する解 析手法を確立した。さらに、Fr-EDM と、世界で計画が進む分子 EDM、イオン EDM の相関が、量子 多体系の構造により異なることを示し、各 CP を破る寄与を高精度で決定することを示した。こ れらの研究成果をふまえて、CP の破れとともに、原子系でのパリティの破れに関する増幅度と その系統誤差に関する評価を行なった。

(2) 当初に予見していなかった新たな展開等によって得られた研究成果

本研究により、新物理を高精度で探索する「量子もつれ」状態を用いた新しい量子センシング技術の着想を得て研究が進んだ。また超重元素領域での電子 EDM 増幅度に関する研究を展開した。 ① 量子もつれを用いた新しい EDM 量子センシング技術の研究:

2022年のノーベル賞受賞でも話題になった「量子もつれ・エンタングルメント」状態を用いて、 Frの収量(N個)を変えることなく、EDM測定感度の限界を超えることを着想した。本研究での EDM測定手法であるラムゼー分光法での測定感度は、通常のトラップ原子では、標準量子限界(N^{1/2})で規定されるが、これは、個々のトラップ原子に量子相関がない場合の精度である。そこで、 これらのトラップ原子を量子エンタングル状態(負の相関をもたせる)にすることで、測定精度 はハイゼンベルグ限界(N¹)となる。この量子相関の状態を、光共振器を用いた原子スピンスク イージング技術を利用し、原子間の相互作用を増強することができて、量子エンタングル状態を 効率的に実現できることを示した。実際の実験系に関して、数値計算を行い、トラップ個数~10⁵、 相互作用時間1秒で、1日の測定により、標準量子限界では10⁻²⁹ ecm であるが、ハイゼンベルグ 限界では、10⁻³¹ ecm と評価され、本研究の当初目標を超えることを示した。

② 超重元素ローレンシウム(Lr)を用いた EDM に関する研究:

重い原子においては、相対論効果により電子 EDM が原子番号の3乗に比例して増幅されること が示唆されている。今回、重い原子である第7周期の超重元素領域で、かつ、寿命もある程度長 く、放射化学分野における先行研究においてイオン化ポテンシャル等の化学的性質が測定され ている Lr に着目し、<u>その Lr を構成要素にもつ極性分子における EDM 増幅度を相対論的結合ク</u> ラスター計算で評価した。その結果、極めて高い電子 EDM 増幅度をもつことを示し、将来的に、 加速器ビーム強度の増強していくときに、EDM 探索精度を向上させ、未知素粒子の質量探索領域 を拡大していく重要な戦略であることを示した。

5 . 主な発表論文等	
〔雑誌論文〕 計21件(うち査読付論文 21件/うち国際共著 7件/うちオープンアクセス 3件)	
1. 者省名 Keisuke Nakamura, Shintaro Nagase, Teruhito Nakashita, Tomohiro Hayamizu, Takatoshi Aoki, Hiroki Nagahama, Naoya Ozawa, Motoki Sato, Kazeki Yamane, Mirai Fukase, Daisuke Uehara, Aiko Takamine, and Yasuhiro Sakemi	4.
2.論文標題 400-m-Long Polarization-Maintaining Fibers for Magneto-Optical Trapping of Francium Atoms	5 . 発行年 2022年
3.雑誌名 Proceedings of the 2022 Conference on Lasers and Electro-Optics Pacific Rim	6 . 最初と最後の頁 1-2
掲載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子) なし	 査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	
1 . 著者名 Ozawa N.、Nagahama H.、Sakemi Y.	4.巻 94
2 . 論文標題 Francium ion source with novel methods of target heating and beam characterization	5 . 発行年 2023年
3.雑誌名 Review of Scientific Instruments	6.最初と最後の頁 023306~023306
掲載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子) 10.1063/5.0118754	 査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著
4 苏 北 7	4 44
1. 者有名 Sato Motoki, Yamane Kazeki, Nagahama Hiroki, Ozawa Naoya, Nagase Shintaro, Nakashita Teruhito, Uehara Daisuke, Fukase Mirai, Nakamura Keisuke, Hayamizu Tomohiro, Haba Hiromitsu, Sakemi Yasuhiro, Matsuda Yasuyuki	4.奁 37
2.論文標題 Development of Neutralization Apparatus and Francium Source for the Francium Electric Dipole Moment Search	5 . 発行年 2022年
3.雑誌名 JPS Conf. Proc.	6 . 最初と最後の頁 20605
掲載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子) 10.7566/JPSCP.37.020605	 査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1.著者名 Nakamura K、Nagase S、Nakashita T、Hayamizu T、Aoki T、Nagahama H、Ozawa N、Sato M、Yamane K、 Fukase M、Uehara D、Takamine A、Sakemi Y	4.巻 2249
2 . 論文標題 Development of a Laser Frequency Stabilization and an Optical Transmission System for the Francium Electric Dipole Moment Search	5 . 発行年 2022年
3.雑誌名 Journal of Physics: Conference Series	6.最初と最後の頁 012010~012010
掲載論文のD01(デジタルオプジェクト識別子)	 査読の有無
オープンアクセス	□ [™]
オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	-

1.著者名 Tanaka K S、Harada K、Hayamizu T、Kita R、Kono R、Maruta K、Nagahama H、Ozawa N、Sakemi Y、 Sugarati D	4.巻 ⁵⁷
Sugmon R	
2.論文標題	5 . 発行年
An accelerator experiment for junior and senior high school students to improve students'	2022年
involvement in fundamental physics	1
	(日初)日代《王
3. 雜誌名	6. 最初と最後の貝
Physics Education	045013 ~ 045013
掲載会立のDOL(デジタルオブジェクト沖別ス)	本きの右無
	且前の有無
10.1088/1361-6552/ac510a	有
オープンアクセス	国際共著
- アンティーン + _ プンアクセスでけない、又け+ _ プンアクセスが田雄	
オーランデッビスとはない、父はオーランデッビスが困難	-
1.著者名	4.巻
害大害矜 et al	22-043
2. 論又標題	5 . 発行年
量子エンタングル Fr 原子を用いた電子 EDM の量子センシング	2022年
3 独共夕	6 - 最初と最後の百
	0.取例と取扱の員
ECI (電気字会・電子回路研究会)	1-6
掲載論文のDOL(デジタルオブジェクト識別子)	査読の有無
なし 	月
オーブンアクセス	国際共著
オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	-
	4 14
1.者者名	4. 奁
Mitra R., Prasannaa V. S., Ruiz R. F. Garcia, Sato T. K., Abe M., Sakemi Y., Das B. P., Sahoo	104
В. К.	
2 論文種類	5 举行任
	5 · 元门干 0004年
iowards UP violation studies on superheavy molecules: Theoretical and experimental perspectives	2021年
3. 雑誌名	 6.最初と最後の頁
Physical Review A	62801
Thystoar Roview A	02001

掲載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevA.104.062801

オープンアクセス

オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難

1.著者名	4.巻
Hayamizu Tomohiro, Haba Hiromitsu, Nakamura Keisuke, Aoki Takatoshi, Nagahama Hiroki, Tanaka	63
Kazuo S., Ozawa Naoya, Ohtsuka Miki, Sakemi Yasuhiro	
2.論文標題	5 . 発行年
Development of Ultracold Francium Atomic Sources Towards the Permanent EDM Search	2021年
3. 雑誌名	6.最初と最後の頁
Few-Body Systems	1
掲載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子)	査読の有無
10.1007/s00601-021-01710-4	有
オープンアクセス	国際共著
オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	-

査読の有無

国際共著

有

該当する

1 . 著者名	4 巻
Topolo K.C. Dormalonati II. Harada K. Hayarizu T. Itah N. Kawaruka H. Nagahara H.	1017
Tanaka K.S., DammaTapati U., Harada K., Hayamizu I., Iton M., Kawamura H., Naganama H.,	1017
Nakamura K., Ozawa N., Sakemi Y.	
2 論文標題	5
Iwo-dimensional beam profile monitor for the detection of alpha-emitting radioactive isotope	2021年
beam	
2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2	6 県初と県後の百
	0.取例C取後の員
Nuclear Instruments and Methods in Physics Research Section A: Accelerators, Spectrometers,	165803 ~ 165803
Detectors and Associated Equipment	
掲載論文のD0I(デジタルオブジェクト識別子)	査読の有無
10 1016/j pima 2021 165803	右
10.1010/j.111ma.2021.103003	- FI
オープンアクセス	国際共著
オープンアクセスでけない、又けオープンアクセスが困難	該当する
	1111111111111111111111111111111111111
1	4 巻
A start Marchine March Marchel Marchell, Marchell, Marchell, Marchell, Marchell, Marchell, Marchell, Marchell,	
Sakemi Yasuniro, Harada ken-ichi, iton Masatoshi, ito Saki, uchiyama Aiko, inoue lakeshi,	30
Kawamura Hirokazu, Aoki Takatoshi, Hatakeyama Atsushi, Takahashi Yoshiro, Hisano Junii	
2 論文標明	5 举行任
Fundamental Physics with Cooled Radioactive Atoms	2021年
2 加益之夕	6 是初と旱後の百
3. 細語石	0.取例と取役の貝
JPS Conf. proc.	11016
掲載論文のD01(デジタルオブジェクト識別子)	査読の有無
10 7566/ IDSCD 25 011016	
10.75073F30F.55.011010	-FF
オープンアクセス	国際共著
オーノンテクビへとはない、父はオーノンテクビへか困難	-
1. 著者名	4 _ 巻
1.著者名	4.巻
1.著者名 Kastberg Anders、Sahoo Bijaya Kumar、Aoki Takatoshi、Sakemi Yasuhiro、Das Bhanu Pratap	4.巻 12
1.著者名 Kastberg Anders、Sahoo Bijaya Kumar、Aoki Takatoshi、Sakemi Yasuhiro、Das Bhanu Pratap	4.巻 12
1.著者名 Kastberg Anders、Sahoo Bijaya Kumar、Aoki Takatoshi、Sakemi Yasuhiro、Das Bhanu Pratap 2. 論文標題	4 . 巻 12 5 發行年
1.著者名 Kastberg Anders、Sahoo Bijaya Kumar、Aoki Takatoshi、Sakemi Yasuhiro、Das Bhanu Pratap 2.論文標題	4 . 巻 12 5 . 発行年
1.著者名 Kastberg Anders、Sahoo Bijaya Kumar、Aoki Takatoshi、Sakemi Yasuhiro、Das Bhanu Pratap 2.論文標題 Analysis of an Optical Lattice Methodology for Detection of Atomic Parity Nonconservation	4 . 巻 ¹² 5 . 発行年 2020年
1.著者名 Kastberg Anders、Sahoo Bijaya Kumar、Aoki Takatoshi、Sakemi Yasuhiro、Das Bhanu Pratap 2.論文標題 Analysis of an Optical Lattice Methodology for Detection of Atomic Parity Nonconservation	4 . 巻 12 5 . 発行年 2020年
 著者名 Kastberg Anders、Sahoo Bijaya Kumar、Aoki Takatoshi、Sakemi Yasuhiro、Das Bhanu Pratap 論文標題 Analysis of an Optical Lattice Methodology for Detection of Atomic Parity Nonconservation 3 雑誌名 	4 . 巻 12 5 . 発行年 2020年 6 最初と最後の百
 著者名 Kastberg Anders、Sahoo Bijaya Kumar、Aoki Takatoshi、Sakemi Yasuhiro、Das Bhanu Pratap 論文標題 Analysis of an Optical Lattice Methodology for Detection of Atomic Parity Nonconservation 3.雑誌名 	4 . 巻 12 5 . 発行年 2020年 6 . 最初と最後の頁
 著者名 Kastberg Anders、Sahoo Bijaya Kumar、Aoki Takatoshi、Sakemi Yasuhiro、Das Bhanu Pratap 論文標題 Analysis of an Optical Lattice Methodology for Detection of Atomic Parity Nonconservation 3.雑誌名 Symmetry 	4 . 巻 12 5 . 発行年 2020年 6 . 最初と最後の頁 974~974
 著者名 Kastberg Anders、Sahoo Bijaya Kumar、Aoki Takatoshi、Sakemi Yasuhiro、Das Bhanu Pratap 論文標題 Analysis of an Optical Lattice Methodology for Detection of Atomic Parity Nonconservation 3.雑誌名 Symmetry 	4 . 巻 12 5 . 発行年 2020年 6 . 最初と最後の頁 974~974
 著者名 Kastberg Anders、Sahoo Bijaya Kumar、Aoki Takatoshi、Sakemi Yasuhiro、Das Bhanu Pratap 論文標題 Analysis of an Optical Lattice Methodology for Detection of Atomic Parity Nonconservation 3.雑誌名 Symmetry 	4 . 巻 12 5 . 発行年 2020年 6 . 最初と最後の頁 974~974
1.著者名 Kastberg Anders、Sahoo Bijaya Kumar、Aoki Takatoshi、Sakemi Yasuhiro、Das Bhanu Pratap 2.論文標題 Analysis of an Optical Lattice Methodology for Detection of Atomic Parity Nonconservation 3.雑誌名 Symmetry	4 . 巻 12 5 . 発行年 2020年 6 . 最初と最後の頁 974~974
 著者名 Kastberg Anders、Sahoo Bijaya Kumar、Aoki Takatoshi、Sakemi Yasuhiro、Das Bhanu Pratap 論文標題 Analysis of an Optical Lattice Methodology for Detection of Atomic Parity Nonconservation 3.雑誌名 Symmetry 掲載論文のDOI(デジタルオプジェクト識別子) 	4 . 巻 12 5 . 発行年 2020年 6 . 最初と最後の頁 974~974 査読の有無
1.著者名 Kastberg Anders、Sahoo Bijaya Kumar、Aoki Takatoshi、Sakemi Yasuhiro、Das Bhanu Pratap 2.論文標題 Analysis of an Optical Lattice Methodology for Detection of Atomic Parity Nonconservation 3.雑誌名 Symmetry 掲載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/sym12060974	4 . 巻 12 5 . 発行年 2020年 6 . 最初と最後の頁 974~974 査読の有無 有
1.著者名 Kastberg Anders、Sahoo Bijaya Kumar、Aoki Takatoshi、Sakemi Yasuhiro、Das Bhanu Pratap 2.論文標題 Analysis of an Optical Lattice Methodology for Detection of Atomic Parity Nonconservation 3.雑誌名 Symmetry 掲載論文のDOI(デジタルオプジェクト識別子) 10.3390/sym12060974	4 . 巻 12 5 . 発行年 2020年 6 . 最初と最後の頁 974~974 査読の有無 有
1.著者名 Kastberg Anders、Sahoo Bijaya Kumar、Aoki Takatoshi、Sakemi Yasuhiro、Das Bhanu Pratap 2.論文標題 Analysis of an Optical Lattice Methodology for Detection of Atomic Parity Nonconservation 3.雑誌名 Symmetry 掲載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/sym12060974	4 . 巻 12 5 . 発行年 2020年 6 . 最初と最後の頁 974~974 査読の有無 有
1.著者名 Kastberg Anders、Sahoo Bijaya Kumar、Aoki Takatoshi、Sakemi Yasuhiro、Das Bhanu Pratap 2.論文標題 Analysis of an Optical Lattice Methodology for Detection of Atomic Parity Nonconservation 3.雑誌名 Symmetry 掲載論文のDOI(デジタルオプジェクト識別子) 10.3390/sym12060974	4 . 巻 12 5 . 発行年 2020年 6 . 最初と最後の頁 974~974 査読の有無 有 国際共著
1.著者名 Kastberg Anders、Sahoo Bijaya Kumar、Aoki Takatoshi、Sakemi Yasuhiro、Das Bhanu Pratap 2.論文標題 Analysis of an Optical Lattice Methodology for Detection of Atomic Parity Nonconservation 3.雑誌名 Symmetry 掲載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/sym12060974 オープンアクセス オープンアクセス	4 . 巻 12 5 . 発行年 2020年 6 . 最初と最後の頁 974~974 査読の有無 有 国際共著 該当する
1.著者名 Kastberg Anders、Sahoo Bijaya Kumar、Aoki Takatoshi、Sakemi Yasuhiro、Das Bhanu Pratap 2.論文標題 Analysis of an Optical Lattice Methodology for Detection of Atomic Parity Nonconservation 3.雑誌名 Symmetry 掲載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/sym12060974 オープンアクセス オープンアクセス	4 . 巻 12 5 . 発行年 2020年 6 . 最初と最後の頁 974~974 査読の有無 有 国際共著 該当する
1.著者名 Kastberg Anders、Sahoo Bijaya Kumar、Aoki Takatoshi、Sakemi Yasuhiro、Das Bhanu Pratap 2.論文標題 Analysis of an Optical Lattice Methodology for Detection of Atomic Parity Nonconservation 3.雑誌名 Symmetry 掲載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/sym12060974 オープンアクセス オープンアクセスとしている(また、その予定である)	4 . 巻 12 5 . 発行年 2020年 6 . 最初と最後の頁 974~974 査読の有無 有 国際共著 該当する
1.著者名 Kastberg Anders、Sahoo Bijaya Kumar、Aoki Takatoshi、Sakemi Yasuhiro、Das Bhanu Pratap 2.論文標題 Analysis of an Optical Lattice Methodology for Detection of Atomic Parity Nonconservation 3.雑誌名 Symmetry 掲載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/sym12060974 オープンアクセス オープンアクセス 1.著者名	 4 . 巻 12 5 . 発行年 2020年 6 . 最初と最後の頁 974~974 査読の有無 有 国際共著 該当する 4 . 巻
1.著者名 Kastberg Anders, Sahoo Bijaya Kumar, Aoki Takatoshi, Sakemi Yasuhiro, Das Bhanu Pratap 2.論文標題 Analysis of an Optical Lattice Methodology for Detection of Atomic Parity Nonconservation 3.雑誌名 Symmetry 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/sym12060974 オープンアクセス 1.著者名 Sakemi Y Aoki T Calabrese R Haba H Harada K Havamizu T Libikawa Y Hupgmann K	 4 . 巻 12 5 . 発行年 2020年 6 . 最初と最後の頁 974~974 査読の有無 有 国際共著 該当する 4 . 巻 2319
1.著者名 Kastberg Anders、Sahoo Bijaya Kumar、Aoki Takatoshi、Sakemi Yasuhiro、Das Bhanu Pratap 2.論文標題 Analysis of an Optical Lattice Methodology for Detection of Atomic Parity Nonconservation 3.雑誌名 Symmetry 掲載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/sym12060974 オープンアクセス オープンアクセス 1.著者名 Sakeni Y., Aoki T., Calabrese R., Haba H., Harada K., Hayamizu T., Ichikawa Y., Jungmann K., Kathara A., Kathara A., Kathara K., Hayamizu Y., Mana Y., Jungmann K., Kathara A., Kathara	 4 . 巻 12 5 . 発行年 2020年 6 . 最初と最後の頁 974~974 査読の有無 有 国際共著 該当する 4 . 巻 2319
1.著者名 Kastberg Anders、Sahoo Bijaya Kumar、Aoki Takatoshi、Sakemi Yasuhiro、Das Bhanu Pratap 2.論文標題 Analysis of an Optical Lattice Methodology for Detection of Atomic Parity Nonconservation 3.雑誌名 Symmetry 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/sym12060974 オープンアクセス オープンアクセス 1.著者名 Sakemi Y.、Aoki T.、Calabrese R.、Haba H.、Harada K.、Hayamizu T.、Ichikawa Y.、Jungmann K.、Kastberg A.、Kotaka Y.、Matsuda Y.、Matsuo Y.、Nagahama H.、Nakamura K.、Otsuka M.、Ozawa N.、	 4 . 巻 12 5 . 発行年 2020年 6 . 最初と最後の頁 974~974 査読の有無 有 国際共著 該当する 4 . 巻 2319
1.著者名 Kastberg Anders、Sahoo Bijaya Kumar、Aoki Takatoshi、Sakemi Yasuhiro、Das Bhanu Pratap 2.論文標題 Analysis of an Optical Lattice Methodology for Detection of Atomic Parity Nonconservation 3.雑誌名 Symmetry 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/sym12060974 オープンアクセス オープンアクセス 1.著者名 Sakemi Y.、Aoki T.、Calabrese R.、Haba H.、Harada K.、Hayamizu T.、Ichikawa Y.、Jungmann K.、Kastberg A.、Kotaka Y.、Matsuda Y.、Matsuo Y.、Nagahama H.、Nakamura K.、Otsuka M.、Ozawa N.、Tanaka K. S.、Uchiyama A., Ueno H.、Willmann L.	4 . 巻 12 5 . 発行年 2020年 6 . 最初と最後の頁 974~974 査読の有無 有 国際共著 該当する 4 . 巻 2319
1.著者名 Kastberg Anders、Sahoo Bijaya Kumar、Aoki Takatoshi、Sakemi Yasuhiro、Das Bhanu Pratap 2.論文標題 Analysis of an Optical Lattice Methodology for Detection of Atomic Parity Nonconservation 3.雑誌名 Symmetry 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/sym12060974 オープンアクセス オープンアクセス パンアクセス 1.著者名 Sakemi Y.、Aoki T., Calabrese R., Haba H., Harada K., Hayamizu T., Ichikawa Y., Jungmann K., Kastberg A., Kotaka Y., Matsuda Y., Matsuo Y., Nagahama H., Nakamura K., Otsuka M., Ozawa N., Tanaka K. S., Uchiyama A., Ueno H., Willmann L.	 4 . 巻 12 5 . 発行年 2020年 6 . 最初と最後の頁 974~974 査読の有無 有 国際共著 該当する 4 . 巻 2319
1.著者名 Kastberg Anders、Sahoo Bijaya Kumar、Aoki Takatoshi、Sakemi Yasuhiro、Das Bhanu Pratap 2.論文標題 Analysis of an Optical Lattice Methodology for Detection of Atomic Parity Nonconservation 3.雑誌名 Symmetry 掲載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/sym12060974 オープンアクセス オープンアクセス オープンアクセス 1.著者名 Sakemi Y.、Aoki T.、Calabrese R.、Haba H.、Harada K.、Hayamizu T.、Ichikawa Y.、Jungmann K.、 Kastberg A.、Kotaka Y.、Matsuda Y.、Matsuo Y.、Nagahama H.、Nakamura K.、Otsuka M.、Ozawa N.、 Tanaka K. S.、Uchiyama A.、Ueno H.、Willmann L.	 4 . 巻 12 5 . 発行年 2020年 6 . 最初と最後の頁 974~974 査読の有無 有 国際共著 該当する 4 . 巻 2319
1.著者名 Kastberg Anders, Sahoo Bijaya Kumar, Aoki Takatoshi, Sakemi Yasuhiro, Das Bhanu Pratap 2.論文標題 Analysis of an Optical Lattice Methodology for Detection of Atomic Parity Nonconservation 3.雑誌名 Symmetry 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/sym12060974 オープンアクセス オープンアクセス 1.著者名 Sakemi Y., Aoki T., Calabrese R., Haba H., Harada K., Hayamizu T., Ichikawa Y., Jungmann K., Kastberg A., Kotaka Y., Matsuda Y., Matsuo Y., Nagahama H., Nakamura K., Otsuka M., Ozawa N., Tanaka K. S., Uchiyama A., Ueno H., Willmann L. 2.論文標題	 4 . 巻 12 5 . 発行年 2020年 6 . 最初と最後の頁 974~974 査読の有無 有 国際共著 該当する 4 . 巻 2319 5 . 発行年
1.著者名 Kastberg Anders、Sahoo Bijaya Kumar、Aoki Takatoshi、Sakemi Yasuhiro、Das Bhanu Pratap 2.論文標題 Analysis of an Optical Lattice Methodology for Detection of Atomic Parity Nonconservation 3.雑誌名 Symmetry 掲載論文のDOI (デジタルオプジェクト識別子) 10.3390/sym12060974 オープンアクセス 1.著者名 Sakemi Y., Aoki T., Calabrese R., Haba H., Harada K., Hayamizu T., Ichikawa Y., Jungmann K., Kastberg A., Kotaka Y., Matsuda Y., Matsuo Y., Nagahama H., Nakamura K., Otsuka M., Ozawa N., Tanaka K. S., Uchiyama A., Ueno H., Willmann L. 2.論文標題 Fundamental physics with cold radioactive atoms	 4 . 巻 12 5 . 発行年 2020年 6 . 最初と最後の頁 974~974 査読の有無 有 国際共著 該当する 4 . 巻 2319 5 . 発行年 2021年
1.著者名 Kastberg Anders、Sahoo Bijaya Kumar、Aoki Takatoshi、Sakemi Yasuhiro、Das Bhanu Pratap 2.論文標題 Analysis of an Optical Lattice Methodology for Detection of Atomic Parity Nonconservation 3.雑誌名 Symmetry 掲載論文のDDI(デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/sym12060974 オープンアクセス オープンアクセス イブンアクセス 1.著者名 Sakemi Y.、Aoki T.、Calabrese R.、Haba H.、Harada K.、Hayamizu T.、Ichikawa Y.、Jungmann K.、 Kastberg A.、Kotaka Y.、Matsuda Y.、Matsuo Y.、Nagahama H.、Nakamura K.、Otsuka M.、Ozawa N.、 Tanaka K. S.、Uchiyama A.、Ueno H.、Willmann L. 2.論文標題 Fundamental physics with cold radioactive atoms	 4 . 巻 12 5 . 発行年 2020年 6 . 最初と最後の頁 974~974 査読の有無 有 国際共著 該当する 4 . 巻 2319 5 . 発行年 2021年
1. 著者名 Kastberg Anders、Sahoo Bijaya Kumar、Aoki Takatoshi、Sakemi Yasuhiro、Das Bhanu Pratap 2. 論文標題 Analysis of an Optical Lattice Methodology for Detection of Atomic Parity Nonconservation 3. 雑誌名 Symmetry 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/sym12060974 オープンアクセス オープンアクセス 1. 著者名 Sakemi Y., Aoki T., Calabrese R., Haba H., Harada K., Hayamizu T., Ichikawa Y., Jungmann K., Kastberg A., Kotaka Y., Matsuda Y., Matsuo Y., Nagahama H., Nakamura K., Otsuka M., Ozawa N., Tanaka K. S., Uchiyama A., Ueno H., Willmann L. 2. 論文標題 Fundamental physics with cold radioactive atoms	 4 . 巻 12 5 . 発行年 2020年 6 . 最初と最後の頁 974~974 査読の有無 有 国際共著 該当する 4 . 巻 2319 5 . 発行年 2021年
1. 著者名 Kastberg Anders, Sahoo Bijaya Kumar, Aoki Takatoshi, Sakemi Yasuhiro, Das Bhanu Pratap 2. 論文標題 Analysis of an Optical Lattice Methodology for Detection of Atomic Parity Nonconservation 3. 雑誌名 Symmetry 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/sym12060974 オープンアクセス オープンアクセス Analysis of Acki T., Calabrese R., Haba H., Harada K., Hayamizu T., Ichikawa Y., Jungmann K., Kastberg A., Kotaka Y., Matsuda Y., Matsuo Y., Nagahama H., Nakamura K., Otsuka M., Ozawa N., Tanaka K. S., Uchiyama A., Ueno H., Willmann L. 2. 論文標題 Fundamental physics with cold radioactive atoms 3. 雑誌名	 4 . 巻 12 5 . 発行年 2020年 6 . 最初と最後の頁 974~974 査読の有無 有 国際共著 該当する 4 . 巻 2319 5 . 発行年 2021年 6 . 最初と最後の頁
1. 著者名 Kastberg Anders、Sahoo Bijaya Kumar、Aoki Takatoshi、Sakemi Yasuhiro、Das Bhanu Pratap 2. 論文標題 Analysis of an Optical Lattice Methodology for Detection of Atomic Parity Nonconservation 3. 雑誌名 Symmetry 掲載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/sym12060974 オープンアクセス オープンアクセス オープンアクセスとしている(また、その予定である) 1. 著者名 Sakemi Y., Aoki T., Calabrese R., Haba H., Harada K., Hayamizu T., Ichikawa Y., Jungmann K., Kastberg A., Kotaka Y., Matsuda Y., Matsuo Y., Nagahama H., Nakamura K., Otsuka M., Ozawa N., Tanaka K. S., Uchiyama A., Ueno H., Willmann L. 2. 論文標題 Fundamental physics with cold radioactive atoms 3. 雑誌名 AIP Conference Proceedings	 4 . 巻 12 5 . 発行年 2020年 6 . 最初と最後の頁 974~974 査読の有無 有 国際共著 該当する 4 . 巻 2319 5 . 発行年 2021年 6 . 最初と最後の頁 80020
1.著者名 Kastberg Anders, Sahoo Bijaya Kumar, Aoki Takatoshi, Sakemi Yasuhiro, Das Bhanu Pratap 2.論文標題 Analysis of an Optical Lattice Methodology for Detection of Atomic Parity Nonconservation 3.雑誌名 Symmetry 掲載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/sym12060974 オープンアクセス オープンアクセス 1.著者名 Sakemi Y., Aoki T., Calabrese R., Haba H., Harada K., Hayamizu T., Ichikawa Y., Jungmann K., Kastberg A., Kotaka Y., Matsuda Y., Matsuo Y., Nagahama H., Nakamura K., Otsuka M., Ozawa N., Tanaka K. S., Uchiyama A., Ueno H., Willmann L. 2.論文標題 Fundamental physics with cold radioactive atoms 3.雑誌名 AIP Conference Proceedings	 4 . 巻 12 5 . 発行年 2020年 6 . 最初と最後の頁 974~974 查読の有無 有 国際共著 該当する 4 . 巻 2319 5 . 発行年 2021年 6 . 最初と最後の頁 80020
1. 著者名 Kastberg Anders, Sahoo Bijaya Kumar, Aoki Takatoshi, Sakemi Yasuhiro, Das Bhanu Pratap 2. 論文標題 Analysis of an Optical Lattice Methodology for Detection of Atomic Parity Nonconservation 3. 雑誌名 Symmetry 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/sym12060974 オープンアクセス オープンアクセス 1. 著者名 Sakemi Y., Aoki T., Calabrese R., Haba H., Harada K., Hayamizu T., Ichikawa Y., Jungmann K., Kastberg A., Kotaka Y., Matsuda Y., Matsuo Y., Nagahama H., Nakamura K., Otsuka M., Ozawa N., Tanaka K. S., Uchiyama A., Ueno H., Willmann L. 2. 論文標題 Fundamental physics with cold radioactive atoms 3. 雑誌名 AIP Conference Proceedings	 4 . 巻 12 5 . 発行年 2020年 6 . 最初と最後の頁 974~974 査読の有無 有 国際共著 該当する 4 . 巻 2319 5 . 発行年 2021年 6 . 最初と最後の頁 80020
1.著者名 Kastberg Anders, Sahoo Bijaya Kumar, Aoki Takatoshi, Sakemi Yasuhiro, Das Bhanu Pratap 2.論文標題 Analysis of an Optical Lattice Methodology for Detection of Atomic Parity Nonconservation 3.雑誌名 Symmetry 掲載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/sym12060974 オープンアクセス オープンアクセス メープンアクセス 1.著者名 Sakemi Y., Aoki T., Calabrese R., Haba H., Harada K., Hayamizu T., Ichikawa Y., Jungmann K., Kastberg A., Kotaka Y., Matsuda Y., Matsuo Y., Nagahama H., Nakamura K., Otsuka M., Ozawa N., Tanaka K. S., Uchiyama A., Ueno H., Willmann L. 2.論文標題 Fundamental physics with cold radioactive atoms 3.雑誌名 AIP Conference Proceedings	 4 . 巻 12 5 . 発行年 2020年 6 . 最初と最後の頁 974~974 査読の有無 有 国際共著 該当する 4 . 巻 2319 5 . 発行年 2021年 6 . 最初と最後の頁 80020
1.著者名 Kastberg Anders, Sahoo Bijaya Kumar, Aoki Takatoshi, Sakemi Yasuhiro, Das Bhanu Pratap 2.論文標題 Analysis of an Optical Lattice Methodology for Detection of Atomic Parity Nonconservation 3.雑誌名 Symmetry 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/sym12060974 オーブンアクセス オーブンアクセス 1.著者名 Sakemi Y., Aoki T., Calabrese R., Haba H., Harada K., Hayamizu T., Ichikawa Y., Jungmann K., Kastberg A., Kotaka Y., Matsuda Y., Matsuo Y., Nagahama H., Nakamura K., Otsuka M., Ozawa N., Tanaka K. S., Uchiyama A., Ueno H., Willmann L. 2.論文標題 Fundamental physics with cold radioactive atoms 3.雑誌名 AIP Conference Proceedings	 4 . 巻 12 5 . 発行年 2020年 6 . 最初と最後の頁 974~974 查読の有無 有 国際共著 該当する 4 . 巻 2319 5 . 発行年 2021年 6 . 最初と最後の頁 80020 查読の有無
1. 著者名 Kastberg Anders, Sahoo Bijaya Kumar, Aoki Takatoshi, Sakemi Yasuhiro, Das Bhanu Pratap 2. 論文標題 Analysis of an Optical Lattice Methodology for Detection of Atomic Parity Nonconservation 3. 雑誌名 Symmetry 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/sym12060974 オープンアクセス オープンアクセス パープンアクセス 2. 論文標題 Fundamental physics with cold radioactive atoms 3. 雑誌名 AIP Conference Proceedings 1. 難論会のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.495/5.002744	 4 . 巻 12 5 . 発行年 2020年 6 . 最初と最後の頁 974~974 査読の有無 有 国際共著 該当する 4 . 巻 2319 5 . 発行年 2021年 6 . 最初と最後の頁 80020 査読の有無 左
1.著者名 Kastberg Anders, Sahoo Bijaya Kumar, Aoki Takatoshi, Sakemi Yasuhiro, Das Bhanu Pratap 2.論文標題 Analysis of an Optical Lattice Methodology for Detection of Atomic Parity Nonconservation 3. 雑誌名 Symmetry 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/sym12060974 オープンアクセス オープンアクセス Kastberg A., Kotaka Y., Matsuda Y., Matsuda Y., Nagahama H., Nakamura K., Otsuka M., Ozawa N., Tanaka K. S., Uchiyama A., Ueno H., Willmann L. 2.論文標題 Fundamental physics with cold radioactive atoms 3.雑誌名 AIP Conference Proceedings 掲載論交のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1063/5.0037134	 4 . 巻 12 5 . 発行年 2020年 6 . 最初と最後の頁 974~974 査読の有無 有 国際共著 該当する 4 . 巻 2319 5 . 発行年 2021年 6 . 最初と最後の頁 80020 査読の有無 有
1.著者名 Kastberg Anders, Sahoo Bijaya Kumar, Aoki Takatoshi, Sakemi Yasuhiro, Das Bhanu Pratap 2.論文標題 Analysis of an Optical Lattice Methodology for Detection of Atomic Parity Nonconservation 3.雑誌名 Symmetry 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/sym12060974 オープンアクセス オープンアクセス ズープンアクセス メープンアクセス 2.論友標題 Fundamental physics with cold radioactive atoms 3.雑誌名 AIP Conference Proceedings 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1083/5.0037134	 4 . 巻 12 5 . 発行年 2020年 6 . 最初と最後の頁 974~974 査読の有無 有 国際共著 該当する 4 . 巻 2319 5 . 発行年 2021年 6 . 最初と最後の頁 80020 査読の有無 有
1.著者名 Kastberg Anders, Sahoo Bijaya Kumar, Aoki Takatoshi, Sakemi Yasuhiro, Das Bhanu Pratap 2.論文標題 Analysis of an Optical Lattice Methodology for Detection of Atomic Parity Nonconservation 3.雑誌名 Symmetry 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/sym12060974 オーブンアクセス オーブンアクセス 1.著者名 Sakemi Y., Aoki T., Calabrese R., Haba H., Harada K., Hayamizu T., Ichikawa Y., Jungmann K., Kastberg A., Kotaka Y., Matsuda Y., Matsuo Y., Nagahama H., Nakamura K., Otsuka M., Ozawa N., Tanaka K. S., Uchiyama A., Ueno H., Willmann L. 2.論文標題 Fundamental physics with cold radioactive atoms 3.雑誌名 AIP Conference Proceedings 掲載論☆のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1063/5.0037134 オーブンアクセス	 4.巻 12 5.発行年 2020年 6.最初と最後の頁 974~974 査読の有無 有 国際共著 該当する 4.巻 2319 5.発行年 2021年 6.最初と最後の頁 80020 査読の有無 有
1. 著者名 Kastberg Anders, Sahoo Bijaya Kumar, Aoki Takatoshi, Sakemi Yasuhiro, Das Bhanu Pratap 2. 論文標題 Analysis of an Optical Lattice Methodology for Detection of Atomic Parity Nonconservation 3. 雑誌名 Symmetry 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/sym12060974 オープンアクセス オープンアクセス オープンアクセス パープンアクセス 1. 著者名 Sakemi Y., Aoki T., Calabrese R., Haba H., Harada K., Hayamizu T., Ichikawa Y., Jungmann K., Kastberg A., Kotaka Y., Matsuda Y., Matsuo Y., Nagahama H., Nakamura K., Otsuka M., Ozawa N., Tanaka K. S., Uchiyama A., Ueno H., Willmann L. 2. 論文標題 Fundamental physics with cold radioactive atoms 3. 雑誌名 AIP Conference Proceedings 掲載論菜のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1063/5.0037134 オープンアクセス	 4 . 巻 12 5 . 発行年 2020年 6 . 最初と最後の頁 974~974 査読の有無 有 国際共著 該当する 4 . 巻 2319 5 . 発行年 2021年 6 . 最初と最後の頁 80020 査読の有無 有 国際共著 約344

4 英老校	A **
1. 者百名 Sakami Vacubira, Harada Kanjishi, Itab Masatashi, Ita Saki, Ushiyama Aika, Inaya Takashi	4. 奁
Kawamura Hirokazu. Aoki Takatoshi Hatakeyama Atsushi Takahashi Yoshiro. Hisano Junii	
2 論文標題	5 举行年
Europamental Physics with Cooled Radioactive Atoms	2021年
3.雑誌名	6.最初と最後の頁
JPS Conference Proceedings	11016
掲載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子)	査読の有無
10.7566/JPSCP.35.011016	有
オーノンアクセス	国際共者
オーノンアクセスではない、又はオーフンアクセスか困難	-
1	A 类
I. 石白石 Tanaka K.C. Damma lapati II. Ilarada K. Ilayami m.T. Itab H. Kamamura II. Narahama H.	4. 奁
Tanaka N.S., Dammatapati U., Harada K., Hayamizu I., Iton M., Kawamura H., Nagahama H., Nakamura K. Ozawa N. Sakemi V.	1017
2 論文標題	5
Two-dimensional hear profile monitor for the detection of alpha-amitting radioactive isotope	2021年 2021年
beam	20214
3. 維誌名	6 . 最初と最後の百
Nuclear Instruments and Methods in Physics Research Section A: Accelerators Spectrometers	165803 ~ 165803
Detectors and Associated Equipment	
掲載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子)	 査読の有無
10.1016/j.nima.2021.165803	有
オープンアクセス	国際共著
オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	-
1.著者名	4.巻
1.著者名 Aoki T、Sreekantham R、Sahoo B K、Arora Bindiya、Kastberg A、Takamine A、Ueno H、Ichikawa Y、	4.巻 6
1.著者名 Aoki T、Sreekantham R、Sahoo B K、Arora Bindiya、Kastberg A、Takamine A、Ueno H、Ichikawa Y、 Matsuda Y、Haba H、Sakemi Y et al.	4. 巻 6
 著者名 Aoki T、Sreekantham R、Sahoo B K、Arora Bindiya、Kastberg A、Takamine A、Ueno H、Ichikawa Y、 Matsuda Y、Haba H、Sakemi Y et al. 論文標題 	4.巻 6 5.発行年
 著者名 Aoki T、Sreekantham R、Sahoo B K、Arora Bindiya、Kastberg A、Takamine A、Ueno H、Ichikawa Y、Matsuda Y、Haba H、Sakemi Y et al. 論文標題 Quantum sensing of the electron electric dipole moment using ultracold entangled Fr atoms 	4 . 巻 6 5 . 発行年 2021年
 著者名 Aoki T、Sreekantham R、Sahoo B K、Arora Bindiya、Kastberg A、Takamine A、Ueno H、Ichikawa Y、 Matsuda Y、Haba H、Sakemi Y et al. 論文標題 Quantum sensing of the electron electric dipole moment using ultracold entangled Fr atoms 	4 . 巻 6 5 . 発行年 2021年
 著者名 Aoki T、Sreekantham R、Sahoo B K、Arora Bindiya、Kastberg A、Takamine A、Ueno H、Ichikawa Y、 Matsuda Y、Haba H、Sakemi Y et al. 論文標題 Quantum sensing of the electron electric dipole moment using ultracold entangled Fr atoms 3.雑誌名 Quantum Science and Technology 	4 . 巻 6 5 . 発行年 2021年 6 . 最初と最後の頁
 著者名 Aoki T、Sreekantham R、Sahoo B K、Arora Bindiya、Kastberg A、Takamine A、Ueno H、Ichikawa Y、 Matsuda Y、Haba H、Sakemi Y et al. : 論文標題 Quantum sensing of the electron electric dipole moment using ultracold entangled Fr atoms 3 . 雑誌名 Quantum Science and Technology 	4 . 巻 6 5 . 発行年 2021年 6 . 最初と最後の頁 044008~044008
 著者名 Aoki T、Sreekantham R、Sahoo B K、Arora Bindiya、Kastberg A、Takamine A、Ueno H、Ichikawa Y、 Matsuda Y、Haba H、Sakemi Y et al. : 論文標題 Quantum sensing of the electron electric dipole moment using ultracold entangled Fr atoms 3 . 雑誌名 Quantum Science and Technology 	4 . 巻 6 5 . 発行年 2021年 6 . 最初と最後の頁 044008 ~ 044008
1.著者名 Aoki T、Sreekantham R、Sahoo B K、Arora Bindiya、Kastberg A、Takamine A、Ueno H、Ichikawa Y、 Matsuda Y、Haba H、Sakemi Y et al. 2.論文標題 Quantum sensing of the electron electric dipole moment using ultracold entangled Fr atoms 3.雑誌名 Quantum Science and Technology 掲載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子)	4 . 巻 6 5 . 発行年 2021年 6 . 最初と最後の頁 044008 ~ 044008
1.著者名 Aoki T、Sreekantham R、Sahoo B K、Arora Bindiya、Kastberg A、Takamine A、Ueno H、Ichikawa Y、 Matsuda Y、Haba H、Sakemi Y et al. 2.論文標題 Quantum sensing of the electron electric dipole moment using ultracold entangled Fr atoms 3.雑誌名 Quantum Science and Technology 掲載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子) 10.1088/2058-9565/ac1b6a	4 . 巻 6 5 . 発行年 2021年 6 . 最初と最後の頁 044008 ~ 044008 査読の有無 有
1.著者名 Aoki T、Sreekantham R、Sahoo B K、Arora Bindiya、Kastberg A、Takamine A、Ueno H、Ichikawa Y、 Matsuda Y、Haba H、Sakemi Y et al. 2.論文標題 Quantum sensing of the electron electric dipole moment using ultracold entangled Fr atoms 3.雑誌名 Quantum Science and Technology 掲載論文のDOI(デジタルオプジェクト識別子) 10.1088/2058-9565/ac1b6a	4 . 巻 6 5 . 発行年 2021年 6 . 最初と最後の頁 044008 ~ 044008 査読の有無 有
 1.著者名 Aoki T、Sreekantham R、Sahoo B K、Arora Bindiya、Kastberg A、Takamine A、Ueno H、Ichikawa Y、 Matsuda Y、Haba H、Sakemi Y et al. 2.論文標題 Quantum sensing of the electron electric dipole moment using ultracold entangled Fr atoms 3.雑誌名 Quantum Science and Technology 掲載論文のDOI (デジタルオプジェクト識別子) 10.1088/2058-9565/ac1b6a オープンアクセス 	4 . 巻 6 5 . 発行年 2021年 6 . 最初と最後の頁 044008 ~ 044008 査読の有無 有 国際共著
 著者名 Aoki T、Sreekantham R、Sahoo B K、Arora Bindiya、Kastberg A、Takamine A、Ueno H、Ichikawa Y、 Matsuda Y、Haba H、Sakemi Y et al. :論文標題 Quantum sensing of the electron electric dipole moment using ultracold entangled Fr atoms 3. 雑誌名 Quantum Science and Technology 掲載論文のDOI(デジタルオプジェクト識別子) 10.1088/2058-9565/ac1b6a オープンアクセス オープンアクセスとしている(また、その予定である) 	4 . 巻 6 5 . 発行年 2021年 6 . 最初と最後の頁 044008 ~ 044008 査読の有無 有 国際共著 該当する
 1.著者名 Aoki T、Sreekantham R、Sahoo B K、Arora Bindiya、Kastberg A、Takamine A、Ueno H、Ichikawa Y、Matsuda Y、Haba H、Sakemi Y et al. 2.論文標題 Quantum sensing of the electron electric dipole moment using ultracold entangled Fr atoms 3.雑誌名 Quantum Science and Technology 掲載論文のDOI(デジタルオプジェクト識別子) 10.1088/2058-9565/ac1b6a	4 . 巻 6 5 . 発行年 2021年 6 . 最初と最後の頁 044008 ~ 044008 査読の有無 有 国際共著 該当する
1.著者名 Aoki T、Sreekantham R、Sahoo B K、Arora Bindiya、Kastberg A、Takamine A、Ueno H、Ichikawa Y、 Matsuda Y、Haba H、Sakemi Y et al. 2.論文標題 Quantum sensing of the electron electric dipole moment using ultracold entangled Fr atoms 3.雑誌名 Quantum Science and Technology 掲載論文のDOI(デジタルオプジェクト識別子) 10.1088/2058-9565/ac1b6a オープンアクセス 1.著者名	4 . 巻 6 5 . 発行年 2021年 6 . 最初と最後の頁 044008 ~ 044008 査読の有無 有 国際共著 該当する 4 . 巻
 1.著者名 Aoki T、Sreekantham R、Sahoo B K、Arora Bindiya、Kastberg A、Takamine A、Ueno H、Ichikawa Y、 Matsuda Y、Haba H、Sakemi Y et al. 2.論文標題 Quantum sensing of the electron electric dipole moment using ultracold entangled Fr atoms 3.雑誌名 Quantum Science and Technology 掲載論文のDOI(デジタルオプジェクト識別子) 10.1088/2058-9565/ac1b6a オープンアクセス オープンアクセスとしている(また、その予定である) 1.著者名 Hayamizu Tomohiro、Haba Hiromitsu、Nakamura Keisuke、Aoki Takatoshi、Nagahama Hiroki、Tanaka 	4 . 巻 6 5 . 発行年 2021年 6 . 最初と最後の頁 044008 ~ 044008 査読の有無 有 国際共著 該当する 4 . 巻 63
 著者名 Aoki T, Sreekantham R, Sahoo B K, Arora Bindiya, Kastberg A, Takamine A, Ueno H, Ichikawa Y, Matsuda Y, Haba H, Sakemi Y et al. : 論文標題 Quantum sensing of the electron electric dipole moment using ultracold entangled Fr atoms : 雑誌名 Quantum Science and Technology 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1088/2058-9565/ac1b6a オープンアクセス オープンアクセスとしている(また、その予定である) I 著者名 Hayamizu Tomohiro, Haba Hiromitsu, Nakamura Keisuke, Aoki Takatoshi, Nagahama Hiroki, Tanaka Kazuo S., Ozawa Naoya, Ohtsuka Miki, Sakemi Yasuhiro 	4 . 巻 6 5 . 発行年 2021年 6 . 最初と最後の頁 044008 ~ 044008 査読の有無 有 国際共著 該当する 4 . 巻 63
1.著者名 Aoki T、Sreekantham R、Sahoo B K、Arora Bindiya、Kastberg A、Takamine A、Ueno H、Ichikawa Y、 Matsuda Y、Haba H、Sakemi Y et al. 2.論文標題 Quantum sensing of the electron electric dipole moment using ultracold entangled Fr atoms 3.雑誌名 Quantum Science and Technology 掲載論文のDOI (デジタルオプジェクト識別子) 10.1088/2058-9565/ac1b6a オープンアクセス オープンアクセス パープンアクセス 2.著者名 Hayamizu Tomohiro、Haba Hiromitsu、Nakamura Keisuke、Aoki Takatoshi、Nagahama Hiroki、Tanaka Kazuo S.、Ozawa Naoya、Ohtsuka Miki、Sakemi Yasuhiro 2.論文標題	4 . 巻 6 5 . 発行年 2021年 6 . 最初と最後の頁 044008 ~ 044008 査読の有無 有 国際共著 該当する 4 . 巻 63 5 . 発行年
1.著者名 Aoki T、Sreekantham R、Sahoo B K、Arora Bindiya、Kastberg A、Takamine A、Ueno H、Ichikawa Y、 Matsuda Y、Haba H、Sakemi Y et al. 2.論文標題 Quantum sensing of the electron electric dipole moment using ultracold entangled Fr atoms 3.雑誌名 Quantum Science and Technology 掲載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子) 10.1088/2058-9565/ac1b6a オープンアクセス オープンアクセス パープンアクセスとしている(また、その予定である) 1. 著者名 Hayamizu Tomohiro, Haba Hiromitsu, Nakamura Keisuke, Aoki Takatoshi, Nagahama Hiroki, Tanaka Kazuo S., Ozawa Naoya, Ohtsuka Miki, Sakemi Yasuhiro 2.論文標題 Development of Ultracold Francium Atomic Sources Towards the Permanent EDM Search	4 . 巻 6 5 . 発行年 2021年 6 . 最初と最後の頁 044008 ~ 044008 査読の有無 有 国際共著 該当する 4 . 巻 63 5 . 発行年 2021年
1.著者名 Aoki T、Sreekantham R、Sahoo B K、Arora Bindiya、Kastberg A、Takamine A、Ueno H、Ichikawa Y、 Matsuda Y、Haba H、Sakemi Y et al. 2.論文標題 Quantum sensing of the electron electric dipole moment using ultracold entangled Fr atoms 3.雑誌名 Quantum Science and Technology 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1088/2058-9565/ac1b6a オープンアクセス オープンアクセス Xarry Toronohiro、Haba Hiromitsu、Nakamura Keisuke、Aoki Takatoshi、Nagahama Hiroki、Tanaka Kazuo S.、Ozawa Naoya、Ohtsuka Miki、Sakemi Yasuhiro 2.論文標題 Development of Ultracold Francium Atomic Sources Towards the Permanent EDM Search	 4.巻 6 5.発行年 2021年 6.最初と最後の頁 044008 ~ 044008 查読の有無 査読の有無 有 国際共著 該当する 4.巻 63 5.発行年 2021年 6. 長初と長代の下
1.著者名 Aoki T、Sreekantham R、Sahoo B K、Arora Bindiya、Kastberg A、Takamine A、Ueno H、Ichikawa Y、 Matsuda Y、Haba H、Sakemi Y et al. 2.論文標題 Quantum sensing of the electron electric dipole moment using ultracold entangled Fr atoms 3.雑誌名 Quantum Science and Technology 掲載論文のDOI (デジタルオプジェクト識別子) 10.1088/2058-9565/ac1b6a オープンアクセス オープンアクセス メープンアクセス 2.論文標題 Development of Ultracold Francium Atomic Sources Towards the Permanent EDM Search 3.雑誌名 Development of Ultracold Francium Atomic Sources Towards the Permanent EDM Search	 4.巻 6 5.発行年 2021年 6.最初と最後の頁 044008 ~ 044008 查読の有無 有 国際共著 該当する 4.巻 63 5.発行年 2021年 6.最初と最後の頁
1.著者名 Aoki T, Sreekantham R, Sahoo B K, Arora Bindiya, Kastberg A, Takamine A, Ueno H, Ichikawa Y, Matsuda Y, Haba H, Sakemi Y et al. 2.論文標題 Quantum sensing of the electron electric dipole moment using ultracold entangled Fr atoms 3.雑誌名 Quantum Science and Technology 掲載論文のDDI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1088/2058-9565/ac1b6a オープンアクセス イープンアクセス 1.著者名 Hayamizu Tomohiro, Haba Hiromitsu, Nakamura Keisuke, Aoki Takatoshi, Nagahama Hiroki, Tanaka Kazuo S., Ozawa Naoya, Ohtsuka Miki, Sakemi Yasuhiro 2.論文標題 Development of Ultracold Francium Atomic Sources Towards the Permanent EDM Search 3.雑誌名 Few-Body Systems	4 . 巻 6 5 . 発行年 2021年 6 . 最初と最後の頁 044008 ~ 044008 査読の有無 有 国際共著 該当する 4 . 巻 63 5 . 発行年 2021年 6 . 最初と最後の頁 11
1.著者名 Aoki T, Sreekantham R, Sahoo B K, Arora Bindiya, Kastberg A, Takamine A, Ueno H, Ichikawa Y, Matsuda Y, Haba H, Sakemi Y et al. 2.論文標題 Quantum sensing of the electron electric dipole moment using ultracold entangled Fr atoms 3.雑誌名 Quantum Science and Technology 掲載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子) 10.1088/2058-9565/ac1b6a オープンアクセス オープンアクセス パープンアクセス 2.論文標題 Development of Ultracold Francium Atomic Sources Towards the Permanent EDM Search 3.雑誌名 Few-Body Systems	4 . 巻 6 5 . 発行年 2021年 6 . 最初と最後の頁 044008 ~ 044008 査読の有無 有 国際共著 該当する 4 . 巻 63 5 . 発行年 2021年 6 . 最初と最後の頁 11
1.著者名 Aoki T, Sreekantham R, Sahoo B K, Arora Bindiya, Kastberg A, Takamine A, Ueno H, Ichikawa Y, Matsuda Y, Haba H, Sakemi Y et al. 2.論文標題 Quantum sensing of the electron electric dipole moment using ultracold entangled Fr atoms 3. 雑誌名 Quantum Science and Technology 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1088/2058-9565/ac1b6a オープンアクセス オープンアクセス パープンアクセス 2.論文標題 Development of Ultracold Francium Atomic Sources Towards the Permanent EDM Search 3.雑誌名 Few-Body Systems	 4.巻 6 5.発行年 2021年 6.最初と最後の頁 044008~044008 査読の有無 有 国際共著 該当する 4.巻 63 5.発行年 2021年 6.最初と最後の頁 11 査読の有無
1.著者名 Aoki T, Sreekantham R, Sahoo B K, Arora Bindiya, Kastberg A, Takamine A, Ueno H, Ichikawa Y, Matsuda Y, Haba H, Sakemi Y et al. 2.論文標題 Quantum sensing of the electron electric dipole moment using ultracold entangled Fr atoms 3.雑誌名 Quantum Science and Technology 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1088/2058-9565/ac1b6a オープンアクセス オープンアクセス メープンアクセス マンアクセスとしている(また、その予定である) 1.著者名 Hayamizu Tomohiro, Haba Hiromitsu, Nakamura Keisuke, Aoki Takatoshi, Nagahama Hiroki, Tanaka Kazuo S., Ozawa Naoya, Ohtsuka Miki, Sakemi Yasuhiro 2.論文標題 Development of Ultracold Francium Atomic Sources Towards the Permanent EDM Search 3.雑誌名 Few-Body Systems 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s00601-021-01710-4	4.巻 6 5.飛行年 2021年 6.最初と最後の頁 044008~044008 査読の有無 有 国際共著 該当する 4.巻 63 5.飛行年 2021年 6.最初と最後の頁 11 査読の有無 右読の有無
1.著者名 Aoki T, Sreekantham R, Sahoo B K, Arora Bindiya, Kastberg A, Takamine A, Ueno H, Ichikawa Y, Matsuda Y, Haba H, Sakemi Y et al. 2.論文標題 Quantum sensing of the electron electric dipole moment using ultracold entangled Fr atoms 3.雑誌名 Quantum Science and Technology 相載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1088/2058-9565/ac1b6a オープンアクセス オープンアクセス オープンアクセス 2.論文標題 Development of Ultracold Francium Atomic Sources Towards the Permanent EDM Search 3.雑誌名 Few-Body Systems 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s00601-021-01710-4	4.巻 6 5.飛行年 2021年 6.最初と最後の頁 044008~044008 査読の有無 有 国際共著 該当する 4.巻 63 5.飛行年 2021年 6.最初と最後の頁 11 査読の有無 有
1.著者名 Aoki T, Sreekantham R, Sahoo B K, Arora Bindiya, Kastberg A, Takamine A, Ueno H, Ichikawa Y, Matsuda Y, Haba H, Sakemi Y et al. 2. 論文標題 Quantum sensing of the electron electric dipole moment using ultracold entangled Fr atoms 3. 雑誌名 Quantum Science and Technology 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1088/2058-9565/ac1b6a オープンアクセス オープンアクセス 2. 論文標題 Development of Ultracold Francium Atomic Sources Towards the Permanent EDM Search 3. 雑誌名 Few-Body Systems 掲載論論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s00601-021-01710-4	4.巻 6 5.飛行年 2021年 6.最初と最後の頁 044008~044008 査読の有無 有 国際共著 高3 5.飛行年 2021年 6.最初と最後の頁 11 査読の有無 有 国際共著 「日、最初と最後の頁 11 査読の有無 有 国際共著
1.著者名 Aoki T、Sreekantham R, Sahoo B K、Arora Bindiya、Kastberg A, Takamine A, Ueno H, Ichikawa Y, Matsuda Y, Haba H, Sakemi Y et al. 2.論交得題 Quantum sensing of the electron electric dipole moment using ultracold entangled Fr atoms 3. 雑誌名 Quantum Science and Technology 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1088/2058-9565/ac1b6a オープンアクセス オープンアクセス 水ープンアクセス 2.論交得題 Development of Ultracold Francium Atomic Sources Towards the Permanent EDM Search 3.雑誌名 Few-Body Systems 掲載論交のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s00601-021-01710-4	4.巻 6 5.飛行年 2021年 6.最初と最後の頁 044008 ~ 044008 査読の有無 有 国際共著 該当する 4.巻 63 5.飛行年 2021年 6.最初と最後の頁 11 査読の有無 有 国際共著 「国際共著

1. 著者名 Mitra R.、Prasannaa V. S.、Ruiz R. F. Garcia、Sato T. K.、Abe M.、Sakemi Y.、Das B. P.、Sahoo B. K	4.巻 104
2.論文標題	5 . 発行年
Towards CP Violation Studies on Superheavy Molecules: Theoretical and Experimental Perspectives	2021年
3.雑誌名	6.最初と最後の頁
Physical Review A	62801
10.1103/PhysRevA.104.062801	有
オープンアクセス	国際共著
オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	該当する
1.著者名 Kazuo Tanaka, Kenichi Harada, Tomohiro Hayamizu, Masatoshi Itoh, Hirokazu Kawamura, Hiroki Nagahama, Naoya Ozawa, Yasuhiro Sakemi, Atsuki Terakawa, Aiko Uchiyama	4.巻 2019
2 . 論文標題	5 . 発行年
Two-dimensional Beam Profile Monitor for Alpha Emitter	2019年
3.雑誌名	6 . 最初と最後の頁
IBIC	355-357
掲載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子) 10.18429/JACoW-IBIC2019-TUPP023	 査読の有無 有
オープンアクセス	国際共著
オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	
1.著者名 Yasuteru Kotaka, Akira Goto, Kichiji Hatanaka, Nobuaki Imai, Masayuki Kase, Hideshi Muto, Takashi Nagatomo, Takahide Nakagawa, Jun-ichi Ohnishi, Yukimitsu Ohshiro, Yasuhiro Sakemi, Susumu Shimoura, Hidetoshi Yamaguchi,	4.巻 2019
2.論文標題 Development of the Calculation Method of Injection Beam Trajectory of RIKEN AVF Cyclotron with 4D Emittance Measured by the Developed Pepper-Pot Emittance Monitor	5 . 発行年 2019年
3.雑誌名	6.最初と最後の頁
IBIC	351-354
掲載論文のDOI(デジタルオプジェクト識別子)	査読の有無
10.18429/JACoW-IBIC2019-TUPP022	有
オープンアクセス	国際共著
オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	-
1.著者名	4.巻
Kastberg A.、Aoki T.、Sahoo B. K.、Sakemi Y.、Das B. P.	100
2 . 論文標題	5 . 発行年
Optical-lattice-based method for precise measurements of atomic parity violation	2019年
3.雑誌名	6 . 最初と最後の頁
Physical Review A	50101
掲載論文のDOI(デジタルオプジェクト識別子)	査読の有無
10.1103/PhysRevA.100.050101	有
オープンアクセス	国際共著
オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	該当する

1.著者名	4.巻
Uchiyama A, Harada K, Inoue T, Kawamura H, Tanaka K S, Itoh M, Aoki T, Hatakeyama A, Takahashi	1206
Y, Sakemi Y	
2.論文標題	5 . 発行年
Development of a Dual Isotope Co-Magnetometer Using Laser Cooled Rubidium Toward Electron	2019年
Electric Dipole Moment Measurement Using Francium	
3.雑誌名	6.最初と最後の頁
Journal of Physics: Conference Series	012008 ~ 012008
掲載論文のDOI(デジタルオプジェクト識別子)	査読の有無
10.1088/1742-6596/1206/1/012008	有
オープンアクセス	国際共著
オープンアクセスとしている(また、その予定である)	-
〔学会発表〕 計26件(うち招待講演 12件/うち国際学会 15件)	
1. 発表者名	

K.Nakamura, Y.sakemi et al.

2.発表標題

400-m-Long Polarization-Maintaining Fibers for Magneto-Optical Trapping of Francium Atoms

3 . 学会等名

The 15th Pacific Rim Conference on Lasers and Electro-Optics (CLEO-PR 2022)(国際学会)

4 . 発表年 2022年

1.発表者名

M.Sato, Y.Sakemi et al.

2.発表標題

Search for permanent EDM by using Fr atoms

3.学会等名 RCNP研究会「中性子と原始で探る基礎物理」(招待講演)

4 . 発表年 2022年

1.発表者名

H.Nagahama et al.

2.発表標題

Searching for the permanent electric dipole moment using laser cooled francium atoms

3 . 学会等名

PSI2022(招待講演)(国際学会)

4 . 発表年 2022年

1.発表者名

S. Nagase, Y.sakemi et al.

2.発表標題

Development of a novel comagnetometer for high precision measurement of the electric dipole moment using laser cooled Fr atoms

3.学会等名 PSI2022(国際学会)

P312022(国际子云)

4 . 発表年 2022年

1.発表者名 M.Fukase, Y.Sakemi et al.

2.発表標題

Search for permanent EDM by using Fr atom

3 . 学会等名 FPUA2022(招待講演)(国際学会)

4 . 発表年 2022年

1.発表者名 小澤直也

2.発表標題 永久電気双極子能率探索を目指した冷却フランシウム原子源の開発

3 . 学会等名 日本物理学会・春季大会

4 . 発表年 2023年

1.発表者名

深瀬実来

2.発表標題

フランシウム原子の永久電気双極子能率探索に向けた高周波二重極質量フィルターの開発

3. 学会等名
 日本物理学会・春季大会
 4.発表年
 2023年

. 発表者名

1

上原大祐

2.発表標題

レーザー冷却フランシウム源実現に向けた金属表面における中性脱離反応の研究

3.学会等名 日本物理学会・春季大会

4 . 発表年

2023年

1.発表者名

K.Nakamura, Y.Sakemi et al.

2.発表標題

Development of a laser frequency stabilization andnan optical transmission system for the francium electric dipole moment search

3 . 学会等名

29th Annual International Laser Physics Workshop (LPHYS'21)(国際学会)

4.発表年 2021年

1.発表者名

N.Ozawa, Y.Sakemi et al.

2.発表標題

Current status of the electron EDM search using laser-cooled francium atoms

3 . 学会等名

13th International Workshop on Fundamental Physics Using Atoms (FPUA2021)(招待講演)(国際学会)

4 . 発表年

2021年

1. 発表者名 K,Nakamura, Y.Sakemi et al.

2.発表標題

フランシウム原子の 電子電気双極子能率探索のための レーザー周波数安定化機構と光伝送系の開発

3 . 学会等名

第82回応用物理学会秋季学術講演会

4.発表年 2021年

1.発表者名

M.Sato, Y.Sakemi et al.

2.発表標題

Search for permanent EDM by using Fr atoms

3.学会等名 SPIN2021(招待講演)(国際学会)

4 . 発表年 2021年

1.発表者名

S.Nagase, Y.Sakemi et al.

2 . 発表標題

原子の電気双極子能率 探索に向けたレーザー冷却 フランシウム源の開発

3.学会等名第77回日本物理学会年次大会

4.発表年 2021年

1.発表者名

T.Nakashita, Y.Sakemi et al.

2.発表標題

フランシウムの電気双極子能率探索に向けた 冷却原子制御系開発

3.学会等名

第77回日本物理学会年次大会

4.発表年 2021年

1.発表者名

K.Yamane, Y.Sakemi et al.

2.発表標題

永久電気双極子能率探索に向けたアクチニウム-225電着基板を用いたフランシウム-221原子線源の開発

3 . 学会等名

第77回日本物理学会年次大会

4 . 発表年 2021年

1.発表者名

T. Hayamizu

2.発表標題

Development of ultracold francium atomic sources towards the permanent EDM search

3 . 学会等名

Yamada Conference LXXII: The 8th Asia-Pacific Conference on Few-Body Problems in Physics (APFB2020)(国際学会)

4.発表年

2021年

1 . 発表者名 小澤直也

2.発表標題

フランシウム原子の電気双極子能率探索のための表面電離イオン源の開発

3 . 学会等名

重元素核化学ワークショップ (ELPH研究会 CO27)

4.発表年 2021年

1.発表者名

中村圭佑

2 . 発表標題

Development of a laser frequency stabilization and an optical transmission system for the francium electric dipole moment search

3 . 学会等名

29th Annual International Laser Physics Workshop (LPHYS'21)(国際学会)

4 . 発表年 2021年

1.発表者名 小澤直也

2.発表標題

Present status of the electron EDM search using laser-cooled francium

3 . 学会等名

13th International Workshop on Fundamental Physics Using Atoms (FPUA2021)(招待講演)(国際学会)

4 . 発表年 2021年

.発表者名 酒見泰寛

旧儿不兄

1

2.発表標題

Fundamental physics with cold radioactive atoms

3 . 学会等名

APPC14 (14th ASIA-PACIFIC PHYSICS CONFERENCE) マレーシア(招待講演)(国際学会)

4.発表年 2019年

1.発表者名 酒見泰寛

2.発表標題

Fundamental physics with laser cooled atoms

3 . 学会等名

36th Mazurian Lakes Conference on Physics(Probing fundamental laws of nature with exotic nuclei and atoms)、ポーランド(招待 講演)(国際学会) 4.発表年

2019年

1.発表者名 羽場宏光

2.発表標題

ラジオアイソトープの製造と応用 - 新元素の探索からがんの診断・治療まで -

3 . 学会等名

019年度日本アイソトープ協会シンポジウム「PET・イメージング研究の最前線~ライフサイエンスと理工学の融合~(招待講演)

4 . 発表年

2019年

1.発表者名 羽場宏光

2.発表標題

12.RI production - Chemistry of new elements to diagnosis and treatment of cancer

3 . 学会等名

Tsukuba Conference 2019(招待講演)(国際学会)

4 . 発表年 2019年

1.発表者名 30提安坐

羽場宏光

2 . 発表標題

Production and Applications of Radioisotopes at RIKEN RI Beam Factory

3 . 学会等名

SHE Science Symposium、米国(招待講演)(国際学会)

4.発表年 2019年

1.発表者名 酒見泰寛

2.発表標題 レーザー冷却重元素による基礎物理

3.学会等名 第58回核化学夏の学校(招待講演)

4 . 発表年 2019年

1.発表者名 田中香津生

2.発表標題

Two-dimensional beam profile monitor for alpha emitter

3 . 学会等名

8th International Beam Instrumentation Conference、スウェーデン、ポスター(国際学会)

4 . 発表年 2019年

.

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

東京大学CNS基本対称性研究室

https://sites.google.com/cns.s.u-tokyo.ac.jp/fundamental-symmetry-group

(元名 (日-マ写氏名) (研究電号) 所属研究理想:部局:職 (機器号) 備考 表演 以季 東京大学・大学院連挙系研究科(理学部)・助政 (Nagahama Hiroki) 第京大学・大学院連挙系研究科(理学部)・助政 (Nagahama Hiroki) (12601) (Acki Takatoshi) 第京大学・大学院融合文化研究科・助政 (Acki Takatoshi) (12601) (30328562) (12601) (30328562) (12601) (4bab Hiromitsu) 国立研究開発法人理化学研究所・仁科加速器科学研究セン クー・室長 (10402090) (82401) (10462090) (82401) 田中 香澤生 東北大学・サイクロトロン・ラジオアイソトーブセンター・ デ 2 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5	6	. 研究組織		
長澤 弘季 東京大学・大学院理学系研究科(理学部)・助教 · · ·		氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
野菜 (Nagahama Hiroki) (12001) (00804072) (12001) 青木 賣稔 東京大学・大学院総合文化研究科・助教 野菜 (Aoki Takatoshi) (Aoki Takatoshi) (12001) 100328562) (12001) 1104 国立研究開発法人理化学研究所・仁科加速器科学研究セン ター・窒気 (60360624) (Boa60624) (82401) (Boa60624) (82401) (Aokamine Aiko) 国立研究開発法人理化学研究所・開拓研究本部・研究員 野菜 (10462699) (10462699) (82401) (10462699) (82401) 田中 香津生 東北大学・サイクロトロン・ラジオアイソトーブセンター・ 野菜 (Tanaka Kazuo) (1301) (11301)		長濱 弘季	東京大学・大学院理学系研究科(理学部)・助教	
(00804072) (12601) 青木 貴稔 東京大学・大学院総合文化研究科・助教 研 2 2 3 4 3 4 (Aoki Takatoshi) (12601) (Aoki Takatoshi) (12601) (30328562) (12601) (30308562) (12601) (30308562) (12601) (30308562) (12601) (30308562) (12601) (30308562) (12601) (14ba Hiromitsu) (82401) (60360624) (82401) (60360624) (82401) (10462699) (82401) (10462699) (82401) 田中 香津生 東北大学・サイクロトロン・ラジオアイソトーブセンター・ リサーチフェロー 野 2 3 4 3 4 (1260) (11301)	研究分担者	(Nagahama Hiroki)		
青木 費稔 東京大学・大学院総合文化研究科・助教 研究 分 12 12 13 13 14 14 15 (12601) (30328562) (12601) 303億 宏光 国立研究開発法人理化学研究所・仁科加速器科学研究セン ター・室長 (Haba Hi romi tsu) (12601) 60360624) (82401) 高峰 愛子 国立研究開発法人理化学研究所・開拓研究本部・研究員 (Takamine Aiko) (10462699) 日中 香津生 東北大学・サイクロトロン・ラジオアイソトーブセンター・ リサーチフェロー 研究 分 1 1 (Tanaka Kazuo) (11301)		(00804072)	(12601)	
サ 2 (Aoki Takatoshi) (12601) (30328562) (12601) 羽環 宏光 副立研究開発法人理化学研究所・仁科加速器科学研究セン ター・室長 (Haba Hironitsu) ター・室長 (60360624) (82401) (60360624) (82401) 商峰 愛子 国立研究開発法人理化学研究所・開拓研究本部・研究員 サ 5 (10462699) (10462699) (82401) 町 香津生 東北大学・サイクロトロン・ラジオアイソトープセンター・ リザーチフェロー 野 5 (1anaka Kazuo) (11301)		青木 貴稔	東京大学・大学院総合文化研究科・助教	
(30328562) (12601) 羽場 宏光 国立研究開発法人理化学研究所・仁科加速器科学研究セン ター・室長 第 (Haba Hi romitsu) (60360624) (82401) (60360624) (82401) (10462699) 国立研究開発法人理化学研究所・開拓研究本部・研究員 (10462699) (82401) 町中 香津生 東北大学・サイクロトロン・ラジオアイソトーブセンター・ リサーチフェロー 野 う 2 1 2 1 2 1 2 1 2 1 2 1 2 1 2 1 2 1 2 1	研究分担者	(Aoki Takatoshi)		
羽場 宏光 国立研究開発法人理化学研究所・仁科加速器科学研究セン ター・室長 研究 計者 (60360624) (82401) (60360624) (82401) 高峰 愛子 国立研究開発法人理化学研究所・開拓研究本部・研究員 研究 分 行 (Takamine Aiko) (82401) 田中 香津生 東北大学・サイクロトロン・ラジオアイソトープセンター・ リサーチフェロー 研究 分 行 (Tanaka Kazuo) (11301)		(30328562)	(12601)	
研究 分理 (Haba Hiromitsu) 2-・ 至夜 (60360624) (82401) 高峰 愛子 国立研究開発法人理化学研究所・開拓研究本部・研究員 研究 分理 者 (Takamine Aiko) (10462699) (82401) 町中 香津生 東北大学・サイクロトロン・ラジオアイソトーブセンター・ リサーチフェロー 研究 分 指 者 (Tanaka Kazuo) (11301) (11301)		羽場宏光	国立研究開発法人理化学研究所・仁科加速器科学研究セン	
(60360624) (82401) 高峰 愛子 国立研究開発法人理化学研究所・開拓研究本部・研究員 ア (Takamine Aiko) (10462699) (82401) 町中 香津生 東北大学・サイクロトロン・ラジオアイソトープセンター・ リサーチフェロー 研究 分 指 名 (Tanaka Kazuo) (10462699) (11301)	研究分担者	(Haba Hiromitsu)		
高峰 愛子 国立研究開発法人理化学研究所・開拓研究本部・研究員 研究 分 12者 (Takamine Aiko) (82401) (10462699) (82401) 田中 香津生 東北大学・サイクロトロン・ラジオアイソトープセンター・ リサーチフェロー 研究 分 指 者 (Tanaka Kazuo) (11301)		(60360624)	(82401)	
(10462699) (82401) 田中 香津生 東北大学・サイクロトロン・ラジオアイソトープセンター・ リサーチフェロー (Tanaka Kazuo) (11301)	研究分担者	高峰 愛子 (Takamine Aiko)	国立研究開発法人理化学研究所・開拓研究本部・研究員	
田中 香津生 東北大学・サイクロトロン・ラジオアイソトープセンター・ リサーチフェロー 研究 分 担 者 (Tanaka Kazuo) 担 (11301)		(10462699)	(82401)	
		田中 香津生	東北大学・サイクロトロン・ラジオアイソトープセンター・	
(20780860) (11301)	研究分担者	(Tanaka Kazuo)	99-771-	
		(20780860)	(11301)	

7.科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計4件	
国際研究集会	開催年
The 14th international workshop on fundamental physics uing atoms (FPUA2022)	2022年~2022年
国際研究集会	開催年
The international workshop on Atomic Partty Violation (APV2022)	2022年~2022年
	围伏在
国际研究集会	開催牛
The 13th international workshop on fundamental physics uing atoms (FPUA2021)	2021年~2021年
	围催年
Fundamental Physics using Atoms (FPUA2019)	2020年~2020年

8.本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関			
272	チューリッヒ工科大学	ポール・シェーラー研究所		
カナダ	ブリティシュコロンビア大学			
インド	Physical Research Laboratory			
オランダ	フローニンゲン大学			
イタリア	フェラーラ大学			
フランス	ENSI-Caen	ニース大学		